

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-55060

(P2002-55060A)

(43) 公開日 平成14年2月20日 (2002.2.20)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号  | F I            | テマコード* (参考)       |
|---------------------------|-------|----------------|-------------------|
| G 0 1 N 21/956            |       | G 0 1 N 21/956 | B 2 G 0 5 1       |
| G 0 6 T 1/00              | 3 0 5 | G 0 6 T 1/00   | 3 0 5 Z 5 B 0 5 7 |

審査請求 未請求 請求項の数18、O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2000-244686(P2000-244686)

(22) 出願日 平成12年8月11日 (2000.8.11)

(71) 出願人 595039014

株式会社サキコーポレーション

神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2番1号

(72) 発明者 秋山 吉宏

神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2番1号

株式会社サキコーポレーション内

(72) 発明者 岩野 行雄

神奈川県川崎市高津区坂戸3丁目2番1号

株式会社サキコーポレーション内

(74) 代理人 100105924

弁理士 森下 賢樹

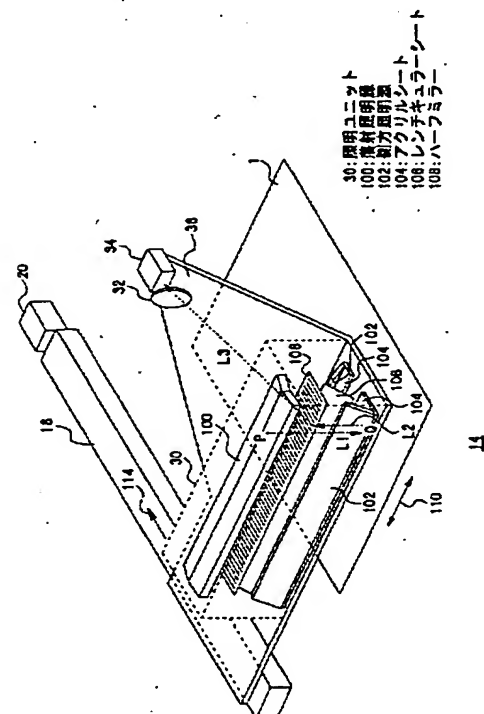
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 走査ヘッドおよびそれを利用可能な外観検査方法および装置

(57) 【要約】

【課題】 プリント基板等を検査するラインセンスタイプの外観検査装置において、検査精度の改善と試験時間の短縮の両立が切望されている。

【解決手段】 外観検査装置の試験ユニット14は、走査ヘッドをもつ。走査ヘッドは、照明ユニット30とラインセンサ34をもつ。照明ユニット30は落射照明源100と側方照明源102をもつ。落射照明源100と被検査体の間には、落射光を揃えるためのレンチキュラーシート106が設けられている。側方試験時には、落射照明源100の中央部分以外も点灯し、側方光に対して補助光を発生する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 三次元形状を有する被検査体を走査するヘッドであって、

前記被検査体の検査面に垂直上方から投光する落射照明源と、

前記検査面から垂直上方へ向かう反射光を検知する一次元センサと、

前記落射照明源と前記被検査体間に挿入された、レンズ面および非レンズ面を有するレンチキュラーシートとを含み、

前記レンチキュラーシートは、前記レンズ面が前記被検査体に対向し、かつそのレンズ溝の方向と前記一次元センサの走査方向が略直交するよう配置されたことを特徴とする走査ヘッド。

【請求項2】 前記レンチキュラーシートは、前記非レンズ面において、前記レンズ溝のそれぞれと正対する位置に線状の遮光材が付されていることを特徴とする請求項1に記載の走査ヘッド。

【請求項3】 三次元形状を有する被検査体を走査するヘッドであって、

前記被検査体の検査面に垂直上方から投光する落射照明源と、

前記検査面から垂直上方へ向かう反射光を検知する一次元センサと、

前記落射照明源と前記被検査体間に挿入された、レンズ面および非レンズ面を有するレンチキュラーシートとを含み、

前記レンチキュラーシートは、前記レンズ面が前記被検査体に対向し、かつそのレンズ溝の方向と前記一次元センサの走査方向が略直交するよう配置され、

前記非レンズ面には、前記被検査体に向かう光の拡散を抑制するために入射光に対してスリットとして作用する遮光材が付されたことを特徴とする走査ヘッド。

【請求項4】 三次元形状を有する被検査体を走査するヘッドであって、

前記被検査体の検査面に垂直上方から投光する落射照明源と、

前記検査面から垂直上方へ向かう反射光を検知する一次元センサと、

前記落射照明源と前記被検査体間に挿入された、主レンズ面および副レンズ面を有するレンチキュラーシートとを含み、

前記主レンズ面は前記被検査体に対向し、かつそのレンズ溝の方向と前記一次元センサの走査方向が略直交し、前記副レンズ面は前記落射照明源に対向し、その面を形成する各レンズは前記主レンズ面を形成する各レンズに正対するよう構成され、

前記主レンズ面のレンズ溝に対向する前記副レンズ面のレンズ境界部に線状の遮光材が付されていることを特徴とする走査ヘッド。

【請求項5】 前記走査ユニットはさらに、前記被検査体に斜め方向から投光する側方照明源を含み、前記落射照明源と前記側方照明源は、選択的に点灯可能に構成された請求項1から4のいずれかに記載の走査ヘッド。

【請求項6】 前記落射照明源は、前記検査面の垂直上方に前記一次元センサの走査方向に沿うように配置され、かつ所定の幅をもち、その幅の中央部を帯状に貫通する第1の領域とそれ以外の第2の領域がそれぞれ独立に点灯制御可能に構成されていることを特徴とする請求項1から5のいずれかに記載の走査ヘッド。

【請求項7】 三次元形状を有する被検査体の外観を検査する装置であって、

前記被検査体を走査する走査ヘッドと、その走査ヘッドを含む本装置全体を統括的に制御するメインユニットとを含み、

前記走査ヘッドは、前記被検査体の検査面に垂直上方から投光する落射照明源と、

前記被検査面から垂直上方へ向かう反射光を検知して画像データを生成する一次元センサと、

前記落射照明源と前記被検査体間に挿入され、そのレンズ面が前記被検査体に対向し、その非レンズ面には前記被検査体へ投じられる光の拡散を抑制するために入射光に対してスリットとして作用する遮光材が付されたレンチキュラーシートとを含み、

前記メインユニットは、前記走査ヘッドと前記被試験体の相対運動を制御するヘッド制御ユニットと、

前記画像データを所定の合否判断基準に照らし、検査項目ごとに合否を判定する解析ユニットと、を含むことを特徴とする外観検査装置。

【請求項8】 三次元形状を有する被検査体を走査するヘッドであって、

前記被検査体の検査面から垂直上方へ向かう反射光を検知する一次元センサと、

前記検査面の垂直上方に、前記一次元センサの走査方向に沿うように配置された落射照明源と、

前記検査面の斜め上方に、前記一次元センサの走査方向に沿うように配置された側方照明源とを有し、

前記落射照明源は所定の幅をもち、その幅の中央部を帯状に貫通する第1の領域とそれ以外の第2の領域がそれぞれ独立に点灯制御可能に構成されていることを特徴とする走査ヘッド。

【請求項9】 前記第1の領域は、その領域からの照明による前記反射光が最大値付近に収まる、落射試験における理想領域であることを特徴とする請求項8に記載の走査ヘッド。

【請求項10】 前記落射照明源は、前記走査方向に沿って配列されたm列の発光ダイオード群を含み、前記第1の領域は、それらm列のうち中央寄りのn列

( $n < m$ ) の発光ダイオード群によって形成されることを特徴とする請求項8、9のいずれかに記載の走査ヘッド。

【請求項11】 三次元形状を有する被検査体の外観を検査する装置であって、

前記被検査体を走査する走査ヘッドと、

その走査ヘッドを含む本装置全体を統括的に制御するメインユニットとを含み、

前記走査ヘッドは、

前記被検査体の検査面から垂直上方へ向かう反射光を検知して画像データを生成する一次元センサと、

前記検査面の垂直上方に、前記一次元センサの走査方向に沿うように配置された落射照明源と、

前記検査面の斜め上方に、前記走査方向に沿うように配置された側方照明源とを有し、

前記落射照明源は所定の幅をもち、その幅の中央部を帯状に貫通する第1の領域とそれ以外の第2の領域がそれぞれ独立に点灯制御可能に構成されており、前記メインユニットは、

前記走査ヘッドの点灯、および前記走査ヘッドと前記被検査体の相対運動を制御するヘッド制御ユニットと、

前記画像データのメモリへの格納を制御するメモリ制御ユニットと、

前記メモリへ格納された画像データを所定の合否判断基準に照らし、検査項目ごとに合否を判定する解析ユニットと、

を含むことを特徴とする外観検査装置。

【請求項12】 前記ヘッド制御ユニットは、第1の試験モードにおいて前記落射照明源を点灯状態におく一方、第2の試験モードにおいて前記側方照明源および前記落射照明源のうち前記第2の領域を点灯状態におき、かつ第1の領域を消灯状態におくことを特徴とする請求項11に記載の外観検査装置。

【請求項13】 前記ヘッド制御ユニットは、前記第1の試験モードと前記第2の試験モードをインタリーブして前記落射照明源および側方照明源の点灯および消灯を繰り返し切り替え、

前記メモリ制御ユニットは、前記メモリへの画像データの書込をインタリーブして前記第1の試験モードにて得られるべき画像データと前記第2の試験モードにて得られるべき画像データとを個別に前記メモリ内へ形成することを特徴とする請求項11に記載の外観検査装置。

【請求項14】 前記ヘッド制御ユニットは、第1の試験モードにおいて前記落射照明源を点灯状態におく一方、第2の試験モードにおいて前記側方照明源を点灯状態におき、かつ前記落射照明源を弱い点灯状態におくことを特徴とする請求項11に記載の外観検査装置。

【請求項15】 前記走査ヘッドはさらに、前記落射照明源と前記被検査体とに間挿されたレンチキュラーシートを含み、

前記レンチキュラーシートは、そのレンズ面が前記被検査体に対向し、かつそのレンズ溝の方向と前記一次元センサの走査方向が略直交するよう配置されたことを特徴とする請求項8から14のいずれかに記載の外観検査装置。

【請求項16】 三次元形状を有する被検査体の外観を検査する方法であって、

第1の試験モードを選択する工程と、

第1の試験モードにおいて、前記被検査体の検査面の垂直上方に設けられた落射照明源から落射光を投じて前記検査面をライン単位で走査する工程と、

第1の試験モードにおける前記走査の間、前記検査面から垂直上方へ向かう反射光を検知し、前記検査面の画像データをライン単位で生成する工程と、

第2の試験モードを選択する工程と、

第2の試験モードにおいて、前記検査面の斜め上方に設けられた側方照明源からの側方光と前記落射照明源のうちその中央部を除く領域を点灯させることによって得られる補強光とを同時に投じて前記検査面をライン単位で走査する工程と、

第2の試験モードにおける前記走査の間、前記検査面から垂直上方へ向かう反射光を検知し、前記検査面の画像データをライン単位で生成する工程と、  
を含むことを特徴とする外観検査方法。

【請求項17】 前記第1の試験モードの走査の工程は、レンズ面が前記被検査体に対向し、かつレンズ溝の方向と前記走査方向が略直交するよう配置されたレンチキュラーシートを通して前記落射光の方向を描える処理工程を含むことを特徴とする請求項16に記載の外観検査方法。

【請求項18】 前記第1の試験モードと第2の試験モードを前記ライン単位でインタリーブして行い、前記第1の試験モードにおける前記画像データと前記第2の試験モードにおける前記画像データを一度の走査で形成することを特徴とする請求項16、17のいずれかに記載の外観検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、走査ヘッドおよび外観検査技術に関する。この発明はとくに、被試験体を走査して情報を取得するヘッドと、それを利用可能な被試験体の外観検査方法および装置に関する。

【0002】

【従来の技術】21世紀を目前に控え、ITがバイオ技術と並んで新しい世紀の様相を世界規模で規定することは確実な情勢である。IT分野では、「ドッグイヤー」ということばで象徴されるほど商品のサイクルが短く、開発期間短縮と開発コスト低減が、かつて経験したことがないほどの重要性をもって、企業存亡の鍵を握っている。

【0003】ITブームを支えるハードウェアは、インフラとしてのインターネットと、端末としてのPC、PDA、携帯電話などの情報機器に大別することができる。後者、すなわち各種端末が爆発的に普及した背景には、技術革新による商品の小型化と低価格化の寄与するところが大きく、それらを高集積度設計が支えている。

【0004】高集積度設計を実現する要素には、各種設計ツールの充実、半導体技術の進歩のほかに、高密度実装技術が挙げられる。高密度実装のポイントは、製造技術および検査技術にある。従来、部品実装後のプリント基板（以下単に「基板」という）の検査に、接触型の試験を行うICT（インサーキットテスト）などが利用されたが、最近の実装密度の高さでは接触型の検査装置による対応が困難になり、非接触型、とくに画像認識技術を用いた外観検査装置の需要が伸びている。

【0005】外観検査に画像認識技術を用いるという考え自体は非常に古くから知られている。しかし、コンパクトな基板でも数百から千を超える部品が実装されていることが多い今日の状況下、検査画像に求められる解像度は非常に高い。例えば20ミクロン前後の解像度を考える場合、部品の実装に比べて、検査のための時間が非常に大きくなり、これが激しい商品開発競争にあって、非常に大きな足かせになりつつある。

【0006】こうした状況下、本出願人は先に、特開平8-254500号公報において、ラインセンサを搭載した外観検査装置を提案した。この装置は、当時一般的であった側方照明源のほかに落射照明源を設け、試験項目に応じてこれらの切替を行っている。その趣旨は以下のとおりである。

【0007】いま、図1を被検査体である基板1とする。図2(a)、図2(b)はそれぞれ側方光6aと落射光6bの効果を示す。図2(a)のごとく、側方光6aの反射光8aは、部品2の水平面については斜め上方へ向かい、ハンダ4が正しく盛られた傾斜部分については一部が垂直上方へ向かう。一方、図2(b)のごとく、落射光6bの反射光8bは、部品2の水平面においてはほぼ全反射し、垂直上方へ向かうが、前記の傾斜部分についてはそうならない。

【0008】図3(a)、図3(b)は、それぞれ側方光6a、落射光6bにより、基板1の垂直上方に設けられたCCDセンサによって得られた画像を示す。図3(a)のごとく側方光6aによれば、コピーマシンのような画像が得られ、部品のリード部分のブリッジ、すなわちハンダが複数のリードをショートさせる実装不良や部品の極性マークの判定が比較的容易である。一方、図3(b)のごとく落射光6bによれば、強いコントラスト画像が得られ、立体物の輪郭部分やハンダの傾斜部分が黒く写る。したがって、部品の位置ずれや欠品の他、ハンダが正しく部品の電極やリードに付いているかどうかの判定が比較的容易になる。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】外観検査装置に対する需要は増加しているとはいえ、前述の検査速度はこの分野の一般的な課題である。また、画像認識の精度に対する要望は当然厳しくなる一方である。

【0010】本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、処理速度と検査精度という、本来二律背反的な要望を満たすことの可能な外観検査技術およびそのための要素技術の提供にある。本発明の別の目的は、前述の本出願人による提案技術をさらに改良して提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のある態様は、走査ヘッドに関する。この走査ヘッドは、三次元形状を有する被検査体を走査するもので、被検査体の検査面に垂直上方から投光する落射照明源と、前記検査面から垂直上方へ向かう反射光を検知する一次元センサと、前記落射照明源と前記被検査体に間挿された、レンズ面および非レンズ面を有するレンチキュラーシートとを含む。このレンチキュラーシートは、前記レンズ面が前記被検査体に対向し、かつそのレンズ溝の方向と前記一次元センサの走査方向が略直交するよう配置されている。「検査面に垂直上方から投光する」とは、検査面にほぼ入射角ゼロで投光するという意味、「検査面から垂直上方へ向かう反射光」とは、ほぼ出射角ゼロで反射する光を指す。すなわち、落射光と反射光は、ほぼ同一の軸に沿う。なお、「落射」ということばは、厳密には入射角ゼロの状態をいうが、本明細書では装置の実態に即し、入射角ゼロを中心として、ある程度の幅をもっていてもよいとする。

【0012】落射照明源は、例えば一次元的な形状を有し、前記一次元センサと平行に置かれる。一次元センサはCCDセンサ、その他任意の画像取得センサである。「一次元センサの走査方向」は、通常そのセンサの長手方向で、そのセンサと検査面の相対運動の方向とは一般に垂直である。以下この相対運動の方向を本明細書では「駆動方向」とよび、走査方向と区別する。「レンズ」は一般にシリンダリカルレンズであるが、本発明において同等の効果をもつものであればそれ以外でも差し支えない。

【0013】この態様によれば、前記レンズ面において前記落射照明源からの光が屈折し、前記検査面に対して垂直に進む成分がそれ以外の成分に比べて優位になるような設定が可能である。その結果、落射光による検査をより精度よく行うことができる。

【0014】前記レンチキュラーシートは、前記非レンズ面において、前記レンズ溝のそれぞれと正対する位置に線状の遮光材が付されている。この場合、後述のごとく、前記検査面に対して垂直に進む光の成分以外の成分をカットする作用が生じる。したがって、落射光

による検査精度改善に寄与する。

【0015】本発明の別の態様も走査ヘッドに関する。この走査ヘッドは前述のものと比べ、非レンズ面の構造が異なる。すなわち、非レンズ面には、前記被検査体に向かう光の拡散を抑制するために入射光に対してスリットとして作用する遮光材が付されている。この場合も前述の効果が得られる。

【0016】本発明のさらに別の態様も走査ヘッドに関する。この態様では、レンチキュラーシートは両面がレンズ構造をもつ。主レンズ面が前記被検査体に対向し、かつそのレンズ溝の方向と前記一次元センサの走査方向が略直交する。一方、副レンズ面は前記落射照明源に対向し、その面を形成する各レンズは前記主レンズ面を形成する各レンズに正対するよう構成される。さらに、主レンズ面のレンズ溝に対向する副レンズ面のレンズ境界部に線状の遮光材が付されている。この構成により、実施の形態でも後述するが、一般に前述の効果がさらに高まる。

【0017】本発明のさらに別の態様は、外観検査装置に関する。この装置は、走査ヘッドと、その走査ヘッドを含む本装置全体を統括的に制御するメインユニットとを含む。走査ヘッドは、落射照明源と、検査面から垂直上方へ向かう反射光を検知して画像データを生成する一次元センサと、前述の、またはそれに類するレンチキュラーシートとを含む。一方、メインユニットは、前記走査ヘッドと前記被試験体の相対運動を制御するヘッド制御ユニットと、前記画像データを所定の可否判断基準に照らし、検査項目ごとに可否を判定する解析ユニットとを含む。この装置によれば、落射光を用いる試験（以下単に「落射試験」ともいう）を効果的に実施することができる。

【0018】本発明のさらに別の態様は、走査ヘッドに関する。この走査ヘッドは、検査面から垂直上方へ向かう反射光を検知する一次元センサと、前記検査面の垂直上方に、前記一次元センサの走査方向に沿うように配置された落射照明源と、前記検査面の斜め上方に、前記一次元センサの走査方向に沿うように配置された側方照明源とを有する。前記落射照明源は、前記検査面の垂直上方に前記一次元センサの走査方向に沿うように配置され、かつ所定の幅をもち、その幅の中央部を帯状に貫通する第1の領域とそれ以外の第2の領域がそれぞれ独立に点灯制御可能に構成されていてもよい。この構成では、落射試験の際には第1のみ、または第1と第2両方の領域を点灯し、側方照明を用いる試験（以下単に「側方試験」ともいう）の際には、第2の領域を補助光として点灯することができる。

【0019】前記第1の領域は、その領域からの照明による前記反射光が最大値付近に収まる、落射試験における理想領域であってもよい。落射光で得るべき画像は、コントラストの高い反射光画像である。いま、一次元セ

ンサは検査面の垂直上方に向かう反射光を検出するよう配置されているから、落射光も垂直上方から投げられれば、コントラストの高い画像が得られる。しかし、ここでは落射照明源に幅を持たせているので、その中央付近からの投光ではこうした現象になっても、縁からの投光では、むしろ側方照明に近い現象になることがある。したがって、検知された画像がハイコントラストになるような前記中央部分を「落射試験における理想領域」として第1の領域と定める。このことから逆に、第2の領域を側方試験時に点灯し、側方照明を補強する用途が生じる。

【0020】本発明のさらに別の態様は、外観試験方法に関する。この方法は、第1の試験モードを選択する工程と、第1の試験モードにおいて、前記被検査体の検査面の垂直上方に設けられた落射照明源から落射光を投じて前記検査面をライン単位で走査する工程と、第1の試験モードにおける前記走査の間、前記検査面から垂直上方へ向かう反射光を検知し、前記検査面の画像データをライン単位で生成する工程と、第2の試験モードを選択する工程と、第2の試験モードにおいて、前記検査面の斜め上方に設けられた側方照明源からの側方光と前記落射照明源のうちその中央部を除く領域を点灯させることによって得られる補強光とを同時に投じて前記検査面をライン単位で走査する工程と、第2の試験モードにおける前記走査の間、前記検査面から垂直上方へ向かう反射光を検知し、前記検査面の画像データをライン単位で生成する工程とを含む。

【0021】第1の試験モードは例えば落射試験、第2の試験モードは例えば側方試験である。この態様では、前記補強光により、側方試験の精度を高めることができる。また、落射照明源の一部が補強光の供給元として兼用されるため、コストメリット、実装メリットが得られる。

【0022】なお、前記第1の試験モードと第2の試験モードを前記ライン単位でインタリーブして行い、前記第1の試験モードにおける前記画像データと前記第2の試験モードにおける前記画像データを一度の走査で形成してもよい。この場合、当然ながら試験時間が短縮できる。

【0023】以上の構成要素の任意の組合せ、装置として表現されたものを方法やシステムに置き換えたもの、その逆の態様なども本発明として有効である。

【0024】

【発明の実施の形態】図4は、実施の形態に係る外観検査装置10の構成を示す。この装置は、被検査体の検査面をラインセンサで走査して画像を形成し、画像認識によって部品実装状態の可否を判定するものである。ラインセンサによる走査方向と垂直に走査ヘッドを駆動することで順次ラインごとの画像がえられ、走査ヘッドの一次元運動で検査が完了する。外観検査装置の別のタイプ

として、検査面を二次元的に移動させて停止し、これを繰り返してつぎつぎにスポット撮影をするものもあるが、その場合、一般に機構系が複雑になり、検査時間も長い場合が多い。その点で、この実施の形態の一次元センサを用いる形態は有利である。

【0025】図4のごとく、外観検査装置10は、メインユニット12と試験ユニット14を備える。試験ユニット14の下部には支持台22が設けられ、被検査体である基板1が把持されている。試験ユニット14の上部には、走査ヘッド16と、それを駆動するステッピングモータ20と、走査ヘッド16を支持するリニアガイド等のガイド18が設けられている。

【0026】走査ヘッド16は照明ユニット30、レンズ32およびラインセンサ34を有する。これらの部材はフレーム36上に固定されている。照明ユニット30は、後述の落射照明源、側方照明源、ハーフミラーなどを内蔵する。基板1から垂直上方への反射光はハーフミラーでレンズ32へ導かれ、レンズ32を通過した後、一次元CCDセンサであるラインセンサ34へ入力される。ラインセンサ34はライン単位に基板1を走査してその画像データ54を出力する。

【0027】メインユニット12は、本装置全体を統括的に制御するもので、ハードウェア的には、任意のコンピュータのCPU、メモリ、その他のLSIで実現でき、ソフトウェア的にはメモリのロードされた外観検査機能のあるプログラムなどによって実現されるが、ここではそれらの連携によって実現される機能ブロックを描いている。したがって、これらの機能ブロックがハードウェアのみ、ソフトウェアのみ、またはそれらの組合せによっていろいろな形で実現できることは、当業者には理解されるところである。

【0028】メインユニット12のヘッド制御ユニット40はまず、照明制御信号50を照明ユニット30へ出力し、試験の内容に応じて異なる点灯状態を実現する。ヘッド制御ユニット40はさらに、モータ制御信号52をモータ20へ、試験開始信号56をメモリ制御ユニット42へそれぞれ出力する。モータ制御信号52によってモータ20のステップ制御がなされ、検査の開始に際し、走査ヘッド16が基板1の端部へ移動する。以下、この位置を「スタート位置」という。以降、1ライン走査されるたびにモータ制御信号52によって走査ヘッド16が1ライン分進行する。一方、試験開始信号56を参照し、メモリ制御ユニット42はメモリ44への画像データ54の書込を制御し、以降、画像データ54がライン単位で記録されていく。

【0029】解析ユニット46は、走査と並行して、または走査完了後にメモリ44から画像データ54を読み出し、判定基準記憶部48に予め記録された判定基準に照らして、検査項目ごとに合否を判断する。検査項目として、落射試験による部品の位置ずれ、欠品、ハンダの

ヌレの判定など、および側方試験によるハンダブリッジの有無、実装部品の間違い、極性の反転の判定などがある。例えば、落射試験によるハンダヌレの判定は、図10でも示すとおり、部品の電極のまわりに一様に暗い部分が生じれば合格、電極から離れたところに暗い丸が生じれば不合格とすることができる。後者の場合、ハンダが電極に載らず、基板1のランドに低い山状で溶けずに残っている可能性が高い。いずれにしても、判定基準記憶部48には予め検査すべき基板1の部品実装について、合否に関する判断基準または基準画像が記録され、実際にラインセンサ34で取得された画像にそれらの基準または画像を適用して合否判定が行われる。

【0030】図5は試験ユニット14の斜視図、図6は試験ユニット14を走査方向110から見た模式図である。照明ユニット30は落射照明源100と側方照明源102を有し、これらがハーフミラー108を取り囲んでいる。落射照明源100とハーフミラー108にはレンチキュラーシート106が間挿され、落射光はレンチキュラーシート106、ハーフミラー108を通過して基板1の検査面へ入射角がほぼゼロで投じられる。側方照明源102の下にはアクリルシート104が設けられる。この実施の形態では落射照明源100に幅をもたせており、基板1が反ったときでも入射角がゼロになるような落射光成分が存在するように配慮している。

【0031】図6のごとく、落射照明源100は中央からふたつのサブ基板100a、100bに分かれ、それぞれ走査方向110に3列のLED（発光ダイオード）群120をもつ。これらのサブ基板100a、100bは微妙に内側を向け合う形で接続され、それぞれのLED群120が効率的に検査中のライン112へ落射光を投ずる配置とされている。一方、ふたつの側方照明源102はそれぞれ4列のLED群120をもち、落射照明源100同様、前記ライン112へ効率的に側方光を投ずるよう傾斜がつけられている。前記ライン112からの反射光はハーフミラー108で反射し、レンズ32へ向けられる。これを図5で示せば、落射照明源100内のある点Pからの落射光L1は基板1上の点Q付近で反射し、反射光L2がハーフミラー108で再度反射し、その反射光L3がレンズ32へ入射する。なお、落射照明源100の中央に近い2列のLED群120と、それ以外の4列のLED群120は、それぞれ独立に点灯制御可能なよう、図示しない電源が別系統になっている。

【0032】アクリルシート104は、側方照明源102からの側方光を拡散する。側方照明源102は点光源であるLEDの集合体であるため、拡散作用がないと、スポット的な光が画像データへ写り込んで検査精度に悪影響を及ぼす懸念がある。一方、レンチキュラーシート106は、図9から図11でその意義を詳述するごとく、走査方向110について落射光を基板1に垂直な成分に絞り込むよう作用する。なお、落射光に関する拡散



作用はレンチキュラーシート106によって実現される。

【0033】図5または図6の状態では1ライン分の画像データが取り込まれると、走査ヘッド16はガイド18によって駆動方向114へ1ライン分送り出される。以降同様の処理を繰り返すことにより、基板1全面にわたる画像データが取得される。

【0034】図7(a)、図7(b)、図7(c)はそれぞれ、レンチキュラーシート106の異なる形態を示す。図7(a)の例では、レンチキュラーシート106はレンズ面130を基板1側、非レンズ面132を落射照明源100側に向けた状態で照明ユニット30のハウジングによって把持される。この例では、レンズ面130はシリンドリカルレンズの連続体、非レンズ面132は平面またはそれと同等な面である。

【0035】図7(b)の例もほぼ同様であるが、非レンズ面132にストライプ状の遮光材134が塗布されている。遮光材134はレンズ面130を構成する複数のレンズの溝に対向する位置にも設けられている。この構成は、図7(a)の構成よりも落射光を調整する効果がいくぶん高い。

【0036】図7(c)の例では、レンチキュラーシート106は両面にレンズが形成され、基板1側が主レンズ面136、落射照明源100側が副レンズ面138である。主レンズ面136は副レンズ面138に比べ、各レンズのシリンダー径の幾分大きく、主レンズ面136と副レンズ面138のレンズは一對で正対する。さらに、副レンズ面138の各レンズの境界部分は落射照明源100方向へ隆起するよう形成され、その部分に遮光材134が塗布されている。本出願人による実験の結果によれば、図7(c)の例において落射光を描える効果が最も高く、かつ落射光に対する開口率の面でも大きな問題は認められなかった。

【0037】なお、これらのレンチキュラーシート106同等の構成は特開平10-300909号公報に示されるが、当該公報その他レンチキュラーレンズを利用する一般的な構成とは逆に、光路下流側にレンズ面または主たるレンズ面を配置している。

【0038】図8は、図7(c)のレンチキュラーシート106の一部を拡大し、落射光の光路とともに示す。落射光は種々の方向へ拡散しており、副レンズ面138に対して比較的大きな入射角をもつ光L10、L12を含む。こうした光L10、L12は副レンズ面138における屈折と主レンズ面136における屈折を経ることにより、同図のごとく基板1に対する入射角がゼロに近づく。一方、レンチキュラーシート106による屈折を経ても入射角がゼロに近づかないような光L14の経路は予め遮光材134で塞がれている。

【0039】図9は、レンチキュラーシート106がない場合の不都合を説明する図である。いま、落射照明源

100と基板1に話を限る。落射照明源100からの落射光は、検査中のライン112上に投ずる成分のみが画像データの形成に関与する。したがって、この事実のみから、駆動方向114については落射光が基板1に対してほぼ垂直に投じられているということができる。しかし、走査方向110では事情が異なる。すなわち、同図のごとく、走査方向110については落射照明源100の任意の箇所を起点とする任意の方向の光がライン112へ到達する。すなわち、走査方向110については本質的に落射光が実現されていない。

【0040】いま基板1上に、異なる方向に実装されたふたつのチップ部品140、142を考える。第1の部品140は、その両電極を結ぶ方向が走査方向110に直交するよう実装されている。第2の部品142は、その両電極を結ぶ方向が走査方向110と一致するよう実装されている。落射試験を行うと、第1の部品140については、それが正しく実装されている場合、ハンダの斜面や部品の傾斜部分からの反射光がラインセンサ34へほとんど到達しなくなり、図10に示すごとく、第1の部品140を取り巻く暗い画像領域150が発生する。

【0041】一方、第2の部品142については、それが正しく実装されていても、図11に示すごとく、第2の部品142を取り巻く暗い画像領域150が比較的明るい領域152によって分断され、合否判定に支障をきたすことが本発明者によって認識された。これは前述のごとく、走査方向110については落射光が実現されず、いろいろな方向からの光が混在するため、ハンダの斜面や部品の傾斜部分でも十分にラインセンサ34へ反射光を返してしまうことによる。換言すれば、明るい領域152には、落射照明源100がその長手方向に沿ってそのまま写り込んでしまうのである。

【0042】実施の形態では、そうした知見をもとにレンチキュラーシート106を採用する。レンチキュラーシート106を落射照明源100と基板1に間挿し、かつそのレンズ溝の方向が走査方向110とほぼ垂直になるよう調整することにより、図8で説明した光路調整効果によって図11に示す問題が解消される。このことは実験によって確認されている。

【0043】実施の形態の別の考慮は、照明の強度についてなされている。図12(a)、図12(b)は、それぞれ落射試験時、側方試験時に点灯させるLED群120を斜線で示している。まず落射試験の際、落射照明源100全体が点灯され、落射光160が基板1の垂直上方から投じられる。落射照明源100に駆動方向の幅を持たせることで基板1の反りまたはたわみに対応している。

【0044】一方、側方試験の際、側方照明源102全体を点灯して側方光162を投ずると同時に、落射照明源100の外側の合計4列のLED群120を点灯さ

せ、補助光164を投じている。図2(a)、図2

(b)からもわかるとおり、落射照明源100と側方照明源102が同等の明るさの場合、ラインセンサ34に検知される側方光6aからの反射光8aは、落射光6bからの反射光8bよりも暗い。そこでこれを補償する趣旨であるが、図12(b)のごとく、落射照明源100の中央寄りの領域(以下「第1の領域」という)は点灯させない。第1の領域からの光はほぼ理想的な落射光160となり、側方試験にも拘わらず、落射試験同様の画像が得られ、試験の目的が達成できないためである。このことから逆に、第1の領域は、落射試験において理想的な落射光を投ずる範囲と規定できる。なお、補助光164は側方光162と異なる角度から投じられるため、側方試験で本来的に望ましい状態、すなわち撮影部の全周囲から均一に光を照射する状態に近づく。

【0045】いま、落射照明源100から基板1までの距離を100mm程度、レンチキュラーシート106から基板1までの距離を70mm程度とすると、基板1の状態その他の状況にもよるが、ある実験では第1の領域は走査ラインの真上から $\pm 2 \sim 3^\circ$ であった。この実施の形態では、余裕を見て第1の領域をいくぶん大きめにとり、落射照明源100の中央2列分のLED群120を消している。

【0046】図13、図14は、補強光164の意義を説明する図である。図13のごとく、表面実装タイプのIC200を考える。実装後、IC200のピン202間には、残留したハンダフラックス(以下単に「残留フラックス」という)206や実装不良であるハンダブリッジ204がある。残留フラックス206もピン202間にかかる場合が多く、検査ではハンダブリッジ204のみを正しく不合格として判定する必要がある。この検査は側方試験の一項目として行われる。

【0047】図14は、側方試験の際ラインセンサ34で検知される光量を、残留フラックス206およびハンダブリッジ204について模式的に示す。残留フラックス206からの反射光に起因する光量の範囲222と、ハンダブリッジ204からの反射光に起因する光量の範囲220は、同図のごとく、側方光162のみの場合は比較的近い。一方、側方光162に補助光164を追加した場合、残留フラックス206に関する光量の範囲222はほとんど変化しないが、ハンダブリッジ204に関する光量の範囲220は大きいほうへシフトする。本発明者が見いだしたこの性質により、検査のためのダイナミックレンジが増し、両者の識別精度を高めることができる。以上が実施の形態に加えられた第2の配慮であり、フラックスを洗浄することの少ない最近の実装現場では重要な検査技術となる。

【0048】図15は、以上の構成による外観検査装置10の検査手順を示すフローチャートである。ここではまず、落射試験で基板1全体の画像データを取得し、つ

づいて側方試験で同様に画像データを取得し、検査を実施する例を示す。

【0049】同図のごとく、まず画像形成の回数を示すカウンタnがゼロに設定され(S10)、第1モードである落射試験モードが選択され、走査ヘッド16がスタート位置へ送られる(S12)。落射試験モードの選択に伴い、ヘッド制御ユニット40によって落射照明源100が点灯状態、側方照明源102が消灯状態におかれる。

【0050】つづいて、ラインセンサ34により最初の1ラインの走査が実施され(S14)、その画像データ54がメモリ44へ書き込まれる(S16)。つづいて、ヘッド制御ユニット40により走査ヘッド16が駆動方向へ1ライン分送られ(S18)、予め入力されていた基板1に関する情報に従い、その位置が走査のエンド位置、すなわち基板1の終了端であるか否かが判定される(S20)。エンド位置でない限り(S20のN)、ラインの走査、メモリ44への書込、走査ヘッド16の進行(S14、S16、S18)が繰り返され、基板1全体の落射試験による画像が得られる。

【0051】基板1全体の画像が得られたとき、走査ヘッド16はエンド位置に到達し(S20のY)、カウンタnがインクリメントされ(S22)、このnが2になったか否かが判定される(S24)。いま、まだnは1であるから処理はS26へ進み、第2モードである側方試験モードが選択され、走査ヘッド16がスタート位置へ戻される(S26)。側方試験モードの選択に伴い、落射照明源100の中央部分、すなわち第1の領域が消灯状態におかれ、それ以外の落射照明源100の領域、すなわち第2の領域が点灯状態におかれ、さらに側方照明源102が点灯状態におかれる。つづいて、スタート位置を起点としてラインの走査、メモリ44への書込、走査ヘッド16の進行(S14、S16、S18)が繰り返され、基板1全体の側方試験による画像が得られる。画像全体が得られると走査ヘッド16はエンド位置に到達し(S20のY)、カウンタnがインクリメントされる(S22)。このnは2になっているため、処理はS24のYからS28へ進む。

【0052】S28では、各項目に関する検査が行われる。解析ユニット46はメモリ44から落射試験時に得られた画像を読み出して落射試験項目を検査し、つづいて側方試験時に得られた画像を読み出して側方試験項目を検査する。合否判定のための基準その他の情報は判定基準記憶部48から読み出され、利用される。検査が終わると結果が表示され(S30)、一連の処理を終える。なお、合否は表示だけでなくメモリ44へ記録してもよいし、すべての項目に合格した場合は結果を表示しないなど、運用上いろいろな変形例があることは、当業者には理解されるところである。また、第1モードとして先に側方試験を行い、第2モードとして後から落射試



験を行ってもなんら差し支えはない。画像データ54の取得と検査をできる限り並行して行ってもよいことは当然である。

【0053】落射光の点灯と側方光および補助光の点灯をインターリーブして行い、基板1上を走査ヘッド16が一回のみ移動する間に落射試験用と側方試験用の両方の画像を個別かつ一度に形成することもできる。そのために、外観検査装置10による画像解像度は十分に高く、前記画像をそれぞれ1ラインおきに取得しても十分検査目的に耐えなければならない。

【0054】図16は、スタート位置である第1ラインを含む奇数ラインを落射試験用に設定し、偶数ラインを側方試験用に設定するインターリーブ方式による検査の手順を示す。

【0055】まず、第1モードである落射試験モードが選択され、走査ヘッド16がスタート位置へ送られる(S50)。つづいて、第1ラインの走査が実施され(S52)、その画像データ54がメモリ44へ書き込まれる(S54)。走査ヘッド16が駆動方向へ1ライン分送られ(S56)、その位置が走査のエンド位置であるか否かが判定される(S58)。エンド位置でなければ(S58のN)、側方試験モードへ切替が行われ(S60)、側方光と補助光のもと、第2ラインの走査、メモリ44への書込、走査ヘッド16の進行(S52、S54、S56)が行われる。走査ヘッド16がエンド位置にくるまでS52からS60の処理は繰り返され、奇数ラインの画像は落射光によって形成される一方、偶数ラインの画像は側方光および補助光によって形成される。

【0056】走査ヘッド16がエンド位置にすれば、処理はS58のYからS60へ進み、図15同様、各項目に関する検査(S60)と結果の表示(S62)が行われ、一連の処理を終える。

【0057】インターリーブ方式によれば、当然ながら検査時間の短縮が実現する。また、一枚の基板1について走査ヘッド16を一回だけ駆動方向へ移動すればよい。ため、製造ラインへの外観検査装置10の組込みにも有利である。その場合、例えば走査ヘッド16の側を固定式にして基板1の支持台22をコンベアにすることにより、製造ラインを流れる基板1をそのまま検査することができる。

【0058】以上、本発明をいくつかの実施の形態をもとに説明した。これらの実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能で、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。そうした変形例をいくつか挙げる。

【0059】実施の形態では、被検査体として基板1を考えたが、外観検査装置10の適用はそれには限られない。例えば、BGA(Ball Grid Array)タイプのLS

Iのピンの検査をはじめ、落射試験と側方試験の組合せに意味のある検査に広く適用できる。

【0060】実施の形態では、側方照明源102を落射照明源100と平行に2組設けたが、これを3組や4組、またはそれ以上にしてもよい。例えば4組の場合、図5の側方照明源102の長手方向の端部付近に新たな側方照明源102を設け、4組の側方照明源102が検査すべきラインを取り囲むよう配置してもよい。いずれにしても、より多くの側方光が確保できることは一般に好ましい。

【0061】実施の形態では、レンチキュラーシート106に黒いストライプ状の遮光材を設けたが、これはその形態に限らず、スリットの作用し、同様の効果を得る任意の構成であればよい。同様に、アクリルシート104は拡散効果のある他の素材であってもよい。

【0062】実施の形態では、落射照明源100および側方照明源102をLED群120によって実現したが、これは蛍光灯その他の手段で実現してもよい。ただし、インターリーブ方式で用いる場合は、一般に点灯と消灯が十分に速い素子を利用すべきであり、LED群120はその要件を満たす。LED群120は一般に、寿命の面でも蛍光灯に比べて相当有利である。

【0063】実施の形態では、落射照明源100、側方照明源102のLED群120をそれぞれ6列、4列としたが、当然これらの数字に限定されない。一般に、落射照明源100、側方照明源102とも、走査方向110に沿って配列されたm列のLED群120を含み、第1の領域をそれらのうち中央寄りのn列( $n < m$ )の発光ダイオード群によって形成されていればよいが、本発明において同等の効果を有する別の構成であってもなんら差し支えはない。

【0064】実施の形態では、補強光を投ずるとき、理想的な落射光を投ずる領域、すなわち第1の領域のLED群120を消した。他の方法として、側方試験の際、第1の領域からの光を遮る部材を間挿してもよい。透光と遮光を比較的速く、かつ機構部材の移動を伴わずに実現する方法として、例えば液晶パネルを間挿し、第1の領域に対応する部分の透過性を制御してもよい。

【0065】実施の形態では落射照明源100と側方照明源102を別構成としたが、一体構成としてもよい。落射照明源100と側方照明源102の間に空隙がある必要はなく、ハーフミラー108からレンズ32へ向かう光路が確保できる限りいろいろな設計が可能である。

【0066】落射照明源100の中で第1の領域だけ異なる点灯制御になることを望まない場合、側方試験の際に落射照明源100全体を弱く点灯させる方法もある。「弱く点灯」とは、落射試験のときの明るさに比べて暗く点灯させることを意味する。とくに落射照明源100の幅がある程度大きい場合、弱い点灯でも補強光として有用な場合が多い。

【0067】図4はメインユニット12と試験ユニット14を一体的に描いたが、これらは別々の場所に存在してもよい。たとえば、試験ユニット14は工場の製造ラインに組み込み、メインユニット12は試験ユニット14と任意のネットワークで結ばれた解析センターその他の組織におかれてもよい。試験ユニット14をユーザ側におき、メインユニット12を解析センターにおき、ユーザから解析業務を請け負うビジネスモデルも成立する。

【0068】

【発明の効果】本発明によれば、外観検査の精度を高めることができ、場合により、検査時間も短縮できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 被検査体の例である基板の外観図である。

【図2】 図2(a)、図2(b)はそれぞれ、側方試験における側方光、落射試験における落射光およびそれらの反射光の方向を示す図である。

【図3】 図3(a)、図3(b)はそれぞれ、側方試験、落射試験において得られる画像の例を示す図である。

【図4】 実施の形態に係る外観検査装置の全体構成図である。

【図5】 実施の形態に係る試験ユニットの詳細斜視図である。

【図6】 照明ユニットを含む走査ユニットの側面図である。

【図7】 図7(a)、図7(b)、図7(c)はそれぞれ、照明ユニットに組み込まれたレンチキュラーシートの構造図である。

【図8】 図7(c)のレンチキュラーシートとそれを通過する落射光を示す図である。

【図9】 落射照明源からの落射光が基板上のふたつの

実装部品へ投げられる様子を示す図である。

【図10】 駆動方向に沿って実装された部品を落射光で撮影した画像を示す図である。

【図11】 走査方向に沿って実装された部品を落射光で撮影した画像を示す図である。

【図12】 図12(a)、図12(b)はそれぞれ、落射試験、側方試験の際の照明の点灯または消灯状態を示す図である。

【図13】 残留フラックスおよびハンダブリッジのある、実装されたICの斜視図である。

【図14】 側方試験の際、残留フラックスおよびハンダブリッジからの反射光の強さを示す図である。

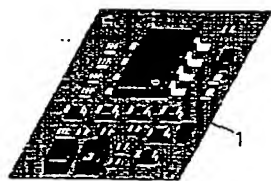
【図15】 落射試験と側方試験を別々に行う手順を示すフローチャートである。

【図16】 落射試験と側方試験をインターリーブして行う手順を示すフローチャートである。

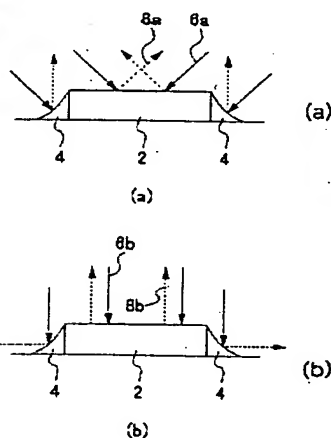
【符号の説明】

1 基板、10 外観検査装置、12 メインユニット、14 試験ユニット、16 走査ヘッド、30 照明ユニット、34 ラインセンサ、40 ヘッド制御ユニット、42 メモリ制御ユニット、44 メモリ、46 解析ユニット、54 画像データ、100 落射照明源、102側方照明源、104 アクリルシート、106 レンチキュラーシート、108 ハーフミラー、110 走査方向、114 駆動方向、120LED群、130 レンズ面、132 非レンズ面、134 遮光材、136 主レンズ面、138 副レンズ面、160 落射光、162側方光、164 補助光、220 ハンダブリッジからの反射光の光量領域、222 残留フラックスからの反射光の光量領域。

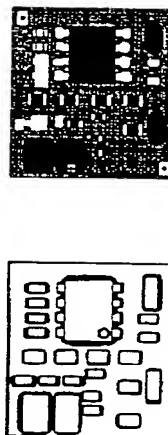
【図1】



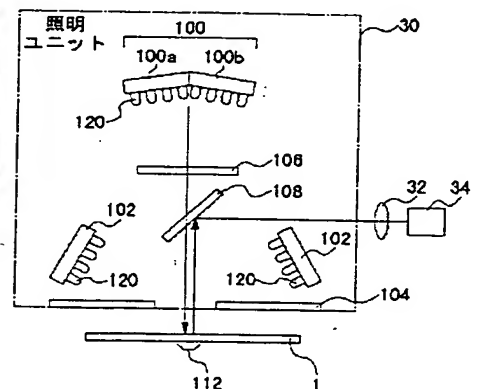
【図2】



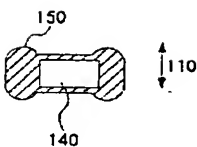
【図3】



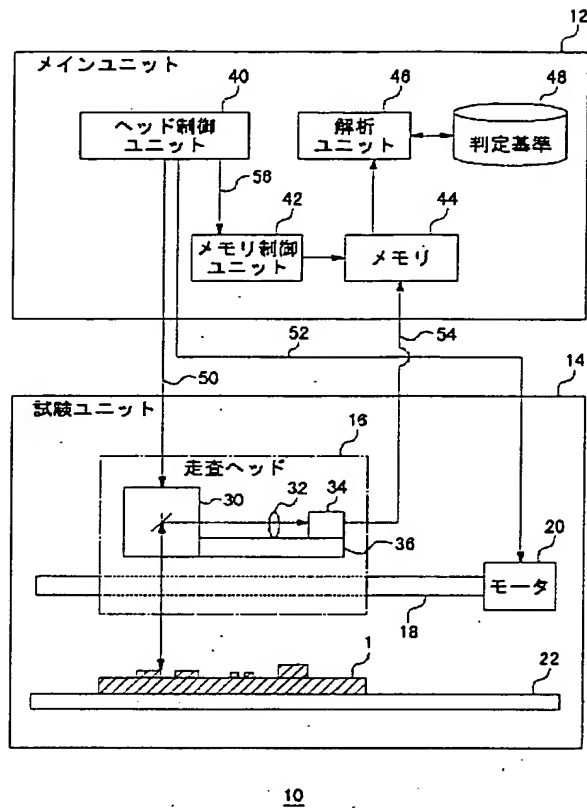
【図6】



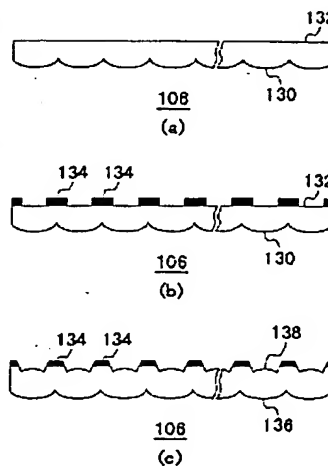
【図10】



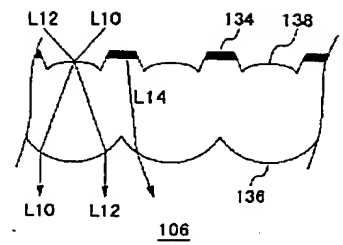
【図4】



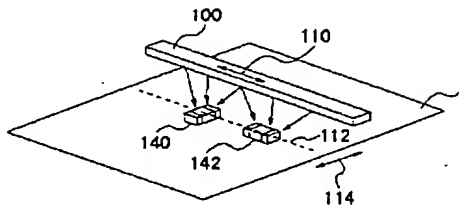
【図7】



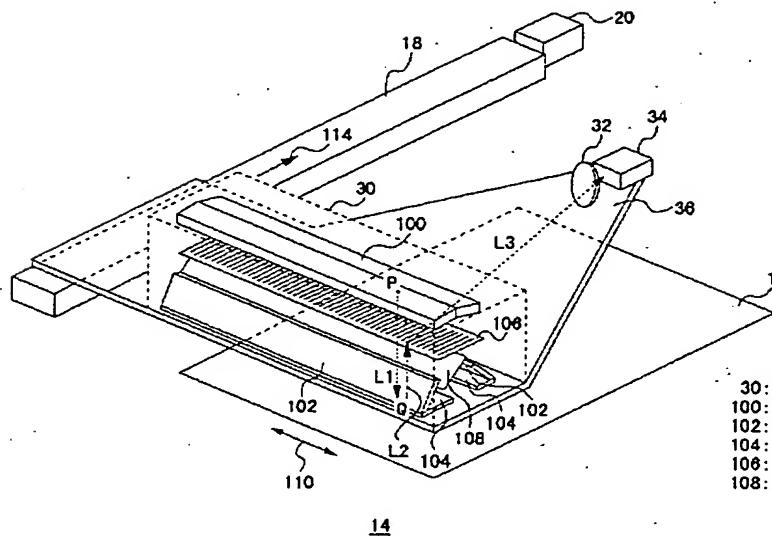
【図8】



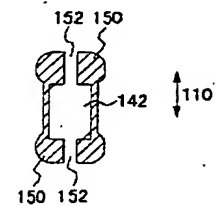
【図9】



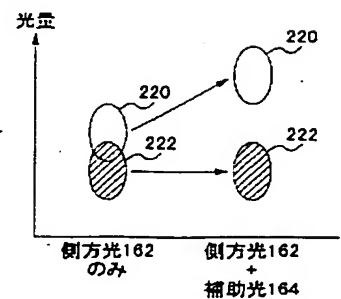
【図5】



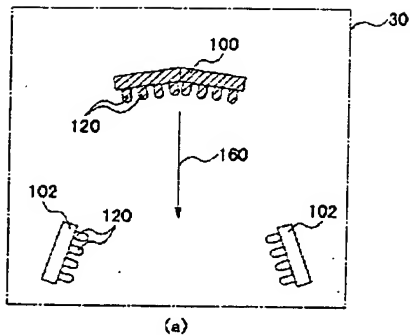
【図11】



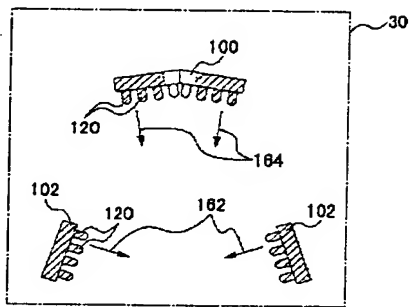
【図14】



【図12】

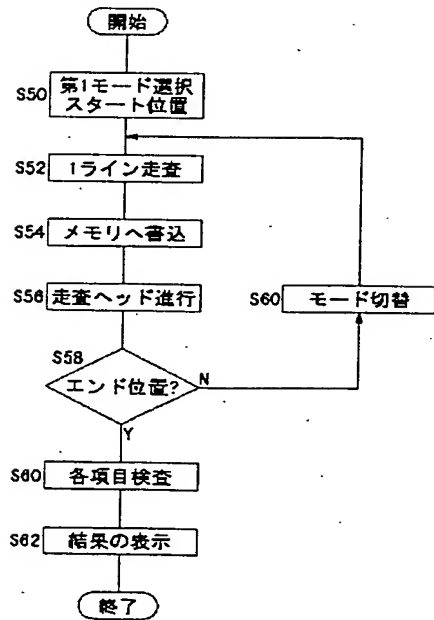


(a)

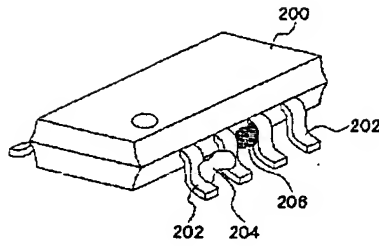


(b)

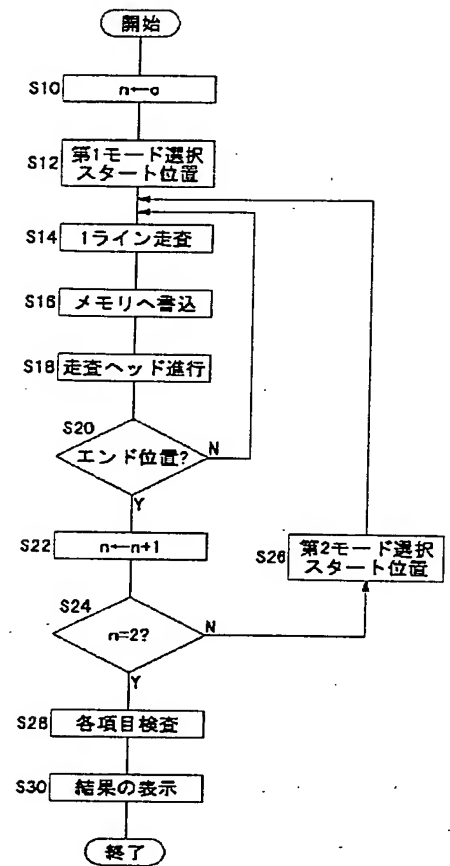
【図16】



【図13】



【図15】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G051 AA65 AB14 AC15 BA01 BA20  
BB07 BC05 CA03 CA04 CB01  
CD06 EA14 EB01 EB02 FA10  
5B057 AA03 BA02 BA12 BA15 BA21  
DA03

THIS PAGE BLANK (USPTO)